

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-209734

(43)Date of publication of application : 20.08.1993

(51)Int.Cl.

G01B 11/30

G01N 21/88

G06F 15/62

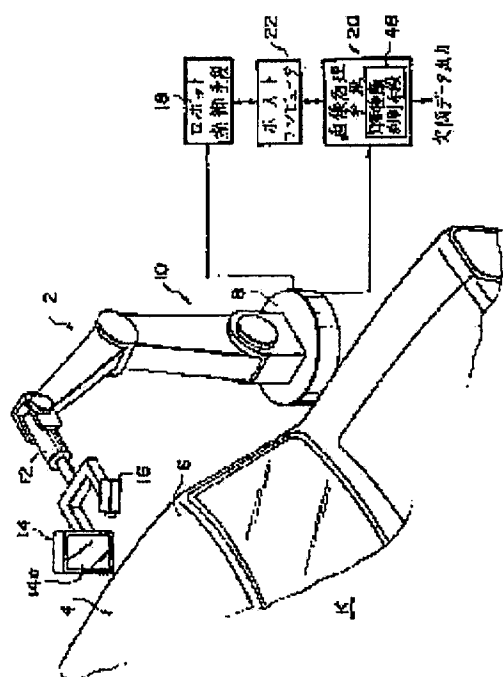
(21)Application number : 04-017103

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 31.01.1992

(72)Inventor : HIRONAKA KAZUO
TANAKA KAZUMOTO

(54) SURFACE-STATE INSPECTING APPARATUS



(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to discriminate the kinds of defects simply and accurately by discriminating the kinds of the defects on a surface under inspection based on the differentiated state of the luminance or the wavelength on a scanning line in a received light image.

CONSTITUTION: Inspecting light is emitted from a light irradiation means 14 and cast on a surface under inspection 6. The reflected light is received with an image pickup means 16. The image pickup means 16 forms the received light image based on the received reflected light and outputs the image data to an image processing means 20. The image processing means 20 performs the main scanning and the secondary scanning for inputted received light image data. When a defect is present on the surface under inspection 6, the luminance on the main scanning

line passing the defect is basically located on a straight reference line having the gradient corresponding to the luminance gradient of the bright-dark light emitted from the light irradiation means 14. At the part of the region corresponding to the defect, the luminance is largely changed from the reference line. Therefore, the detection of the presence or absence of the defect and the discrimination of the kind of the defect can be performed based on the differentiated state of the luminance on the main scanning line.

Filing info	Patent H04-017103 (31.1.1992)
Publication info	H05-209734 (20.8.1993)
Detailed info of application	Kind of examiner's decision(Grant) Kind of final decision(Grant) Date of final decision in examination stage(18.8.2000)
Date of request for examination	(28.9.1998)
Registration info	3100449 (18.8.2000) Date of extinction of right(18.8.2007)
Renewal date of legal status	(30.4.2008)

Legal status information includes 8 items below. If any one of them has any data, a number or a date would be indicated at the relevant part.

1. Filing info(Application number, Filing date)
2. Publication info(Publication number, Publication date)
3. Detailed info of application
 - * Kind of examiner's decision
 - * Kind of final decision
 - * Date of final decision in examination stage
4. Date of request for examination
5. Date of sending the examiner's decision of rejection(Date of sending the exam
6. Appeal/trial info
 - * Appeal/trial number, Date of demand for appeal/trial
 - * Result of final decision in appeal/trial stage, Date of final decision in appe
7. Registration info
 - * Patent number, Registration Date
 - * Date of extinction of right
8. Renewal date of legal status

For further details on Legal-Status, visit the following link. [PAJ help\(1-5\)](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-209734

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int. CL ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/30	C	9108-2F		
G 0 1 N 21/88	J	8304-2J		
G 0 6 F 15/62	4 0 0	9287-5L		

審査請求 未請求 請求項の数3(全11頁)

(21)出願番号 特願平4-17103

(22)出願日 平成4年(1992)1月31日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 弘中 和夫

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 田中 一基

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

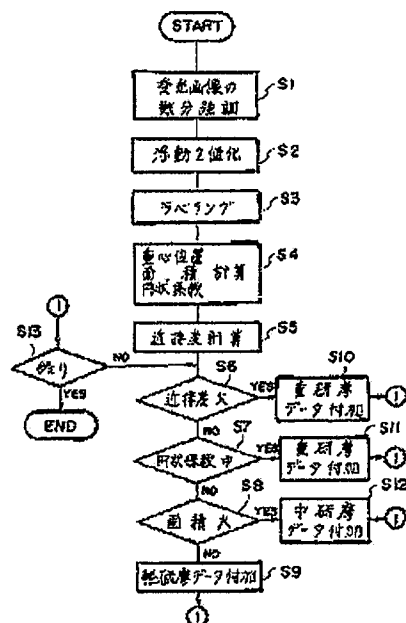
(74)代理人 弁護士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 表面状態検査装置

(57)【要約】

【目的】 輝度もしくは波長が漸变的に変化する検査光を用いた表面状態検査装置において、表面欠陥の種類判別の容易化を図る。

【構成】 輝度もしくは波長が一方に沿って漸变的に変化する検査光を被検査面に照射し、該被検査面から反射された反射光を受光して受光画像を形成し、該受光画像における輝度もしくは波長の変化に基づいて上記被検査面の表面欠陥を検査する表面状態検査装置であって、欠陥種類判別手段を備え、該欠陥種類判別手段により、上記受光画像中における走査ライン上の輝度もしくは波長の微分強調状態における基準ラインからの突出部を検出し、その突出部の数等に基づいて表面欠陥の種類を判別する。



(2)

特開平5-209734

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 輝度もしくは波長が一方方向に沿って漸変的に変化する検査光を被検査面に照射し、該被検査面から反射された反射光を受光して受光画像を形成し、該受光画像における輝度変化もしくは波長変化に基づいて上記被検査面の表面状態を検査する表面状態検査装置であって、

上記受光画像中における走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態に基づいて被検査面上の欠陥の種類を判別する欠陥種類判別手段を備えていることを特徴とする表面状態検査装置。

【請求項2】 上記欠陥種類判別手段が、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインからの突出部の数に基づいて欠陥の種類を判別を行うものであることを特徴とする請求項1に記載の表面状態検査装置。

【請求項3】 上記欠陥種類判別手段が、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインからの突出部の数と該突出部の近接度とに基づいて欠陥の種類を判別を行うものであることを特徴とする請求項2に記載の表面状態検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、輝度もしくは波長が一方方向に沿って漸変的に変化する検査光を被検査面に照射し、該被検査面から反射された反射光を受光して受光画像を形成し、該受光画像における輝度変化もしくは波長変化に基づいて上記被検査面の表面状態を検査するものであって、特に被検査面上の欠陥種類の判別を行う表面状態検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、被検査面に光を照射し、被検査面からの反射光に基づいて被検査面の表面状態例えば凹凸等の表面欠陥の検査を行う方法が知られている。例えば、特開昭62-233710号公報には、非検査面に光を照射し、被検査面からの反射光をスクリーン上に投影させ、その投影像の鮮映度から被検査面の表面欠陥を自動的に検出する技術が開示されている。

【0003】 また、上記のような表面状態検査方法の一つとして、被検査面に光を照射し、被検査面からの反射光を受光して受光画像を形成し、該受光画像における輝度変化に基づいて被検査面の表面状態を検査する方法であって、検査能率の向上及び検査精度の向上を図るため、上記被検査面に照射する光として、一方方向に向かって輝度が徐々に変化するつまり輝度勾配を有する検査光を用いる方法が考えられている（例えば特願平3-134092号、特願平3-225038号）。なお、この検査光として輝度ではなく波長が徐々に変化するつまり波長勾配を有する光を用いることも考えられる。

【0004】 従来の上記の如き表面状態検査は、通常表

2

面欠陥の有無及び該欠陥の位置を検出するものであり、検査後その検査データに基づいて作業者が目視により欠陥の種類、例えば凸状欠陥であるか、凹状欠陥であるかあるいはキズやピンホールであるか等を判別し、その欠陥の種類に応じて表面を研磨して補修を行うのが一般的であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のような表面検査においては、単に表面欠陥の有無や位置を検査するだけではなく、さらにその欠陥の種類も判別することができれば、その欠陥の種類に応じた研磨補修までも自動化することができ、好都合である。

【0006】 さらに、上記欠陥種類の判別にあたっては、例えば凸状欠陥や凹状欠陥の場合それぞれに応じて受光画像上における輝度変化や波長変化のパターンが異なるので、その輝度変化や波長変化のパターンに着目して欠陥種類の判別を行うことが考えられる。しかしながら、単に輝度や波長そのもののつまり輝度や波長自体の変化パターンに基づいて欠陥種類の判別を行おうとすると、後に詳述するように例えば輝度や波長の変化が真正正であるかあるいは真正負であるかというように変化方向の正負の配列パターンを検出しなければならず、判別のためのアルゴリズムが複雑となるので、更に簡単に判別を行う方法が望まれる。

【0007】 本発明の目的は、上記事情に鑑み、輝度勾配もしくは波長勾配を有する検査光を用いた表面状態検査装置において、欠陥種類の判別が可能でありまたその欠陥種類の判別をより簡単にかつ正確に行うことができる表面状態検査装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明にかかる表面状態検査装置は、上記目的を達成するため、輝度もしくは波長が一方方向に沿って漸変的に変化する検査光を被検査面に照射し、該被検査面から反射された反射光を受光して受光画像を形成し、該受光画像における輝度変化もしくは波長変化に基づいて上記被検査面の表面状態を検査する表面状態検査装置であって、上記受光画像中における走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態に基づいて被検査面上の欠陥の種類を判別する欠陥種類判別手段を備えていることを特徴とする。

【0009】 上記欠陥種類判別手段は、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインからの突出部の数に基づいて欠陥の種類を判別を行うものとして構成することができる。

【0010】 上記欠陥種類判別手段は、さらに、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインからの突出部の数と該突出部の近接度とに基づいて欠陥の種類を判別を行うものとして構成することができる。

【0011】 上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微

(3)

特開平5-209734

3

分状態とは、走査ライン上の輝度の微分値もしくは波長の微分値そのものの状態あるいは輝度もしくは波長の値とそれらの微分値とを足し合わせた微分強調値の状態であっても良い。

【0012】

【作用および発明の効果】輝度もしくは波長が一方に沿って漸变的に変化するつまり所定の輝度勾配もしくは波長勾配を有する検査光を被検査面に照射し、該被検査面から反射された反射光を受光して形成した受光画像は、基本的に上記検査光の輝度もしくは波長の勾配に対応する輝度勾配もしくは波長勾配を有すると共に、上記被検査面上に欠陥がある場合は、この欠陥によって検査光の正反射方向が変化し、それによって受光画像中の欠陥に対応する欠陥対応領域における輝度もしくは波長は周囲の輝度もしくは波長とは異なると共に輝度変化状態もしくは波長変化状態も周囲の輝度変化状態もしくは波長変化状態とは異なることとなり、さらに後に詳述するように、その輝度変化状態もしくは波長変化状態も欠陥の種類によって異なるつまり各欠陥はその欠陥の種類に応じてそれぞれ固有の輝度変化パターンもしくは波長変化パターンを呈する。従って、受光画像中の上記欠陥を通る走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態にはその欠陥の種類に固有の特徴が表れる。

【0013】本発明にかかる表面状態検査装置は、上記の如き欠陥種類判別手段を備えているので、該欠陥種類判別手段により、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態に含まれている欠陥の種類に固有の特徴に基づいて欠陥の種類を判別することができる。

【0014】また、上記欠陥種類の判別は、輝度もしくは波長そのものに基づいて行うのではなく、輝度の微分状態もしくは波長の微分状態に基づいて行うので、以下に詳述するように、例えば走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインからの突出部の数に基づいて欠陥の種類を判別を行うことができ、輝度や波長の変化が正負であるかあるいは真正負であるかというように変化方向の正負の配列パターン検出が要求される輝度もしくは波長そのものに基づいて行う場合に比べて、より簡単に欠陥種類の判別を行うことができる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明の実施例について詳細に説明する。

【0016】図1は本発明にかかる表面状態検査装置の一実施例を示す斜視図である。図示の表面状態検査装置2は、自動車4の車体塗装面6の表面状態を検査するつまり塗装表面に存在する凹凸等の塗装欠陥を検出する装置であり、塗装検査ステーションKに搬送された自動車4の近傍に配置されている。上記表面状態検査装置2は、台座8上に載置されたロボット10と、該ロボット10の先端アーム12に取り付けられた光照射手段14およびC/Dカメラ等の撮像手段16と、上記ロボットの作動制御

4

を行なうロボット制御手段18と、上記撮像手段16によって形成された受光画像の画像データを処理する画像処理手段20と、上記ロボット制御手段18および画像処理手段20に接続されてそれらを制御するホストコンピュータ（総合制御手段）22とを備えて成る。

【0017】上記ホストコンピュータ22によって与えられる指令に基づき上記ロボット制御手段18が上記ロボット10に内蔵された所定のアクチュエータ（図示せず）を駆動制御し、それによってロボット10は光照射手段14と撮像手段16とを被検査面である自動車の車体塗装面6に沿って移動させ、その際光照射手段14から被検査面6に検査光を照射し、鏡面として作用する被検査面6から反射された反射光を撮像手段16が受光し、撮像手段16はこの受光した反射光に基づく受光画像を形成し、この受光画像の画像データを画像処理手段20に出力し、画像処理手段20は入力された画像データを処理して被検査面6上の表面欠陥の検出を行なう。

【0018】上記光照射手段14は、検査光として輝度が光射出面14a上の一方に沿って漸变的に変化する明暗光を発する。具体的には、上記光照射手段14は、図2に示す様に、前面（光射出面）側が開放されたボックス24内に設けられた光源としての複数の蛍光灯（特に蛍光灯に限定されるものではない）26と、これらの蛍光灯26の前面側に設けられてボックス24の前面を閉塞する光フィルタ28および拡散スクリーン30とで構成されている。上記光フィルタ28は、各蛍光灯26から射出される光を光射出面14aの一方（本実施例では図中のX方向）に沿って輝度が漸变的に変化するつまり明から暗もしくは暗から明に徐々に変化する明暗光に変換すべく、X方向の各位置によって光の透過率が徐々に変化する（Y方向の各位置においては光透過率は同一である）様に構成されている。従って、本実施例の光照射手段14から発せられる光は、例えば図3に示す様に光射出面14a上のX方向の一端（図2に示す拡散スクリーン30の左端）から他端（図2に示す拡散スクリーン30の右端）に向けて輝度が小から大に徐々に変化する明暗光となる。

【0019】なお、上記拡散スクリーン30は、光フィルタ28を透過した光を拡散させて自動車の塗装面（被検査面）6に均しく明暗光を照射するためのものである。また、上記光フィルタ28によって形成される明暗光の輝度勾配は、欠陥検出の精度を向上させるため、予め所定の勾配となる様に設定されているが、塗装面6が曲面形状の場合は、その曲率の大小により反射光量に変化して受光画像中の輝度勾配が変化するの、その受光画像中の輝度勾配が欠陥検出精度を低下させることのない様に、塗装面6の曲率の大小に応じて所定の輝度勾配の明暗光を照射すべく光フィルタ28の透過率変化勾配を設定することが望ましい。

【0020】次に、上記撮像手段16による受光画像の形成およびその受光画像に基づく表面欠陥の検出について

(4)

特開平5-209734

5

説明する。表面欠陥は、一般に、凸状をなす凸状欠陥、鈍角的な凹状をなす凹状欠陥、および鋭角的な凹状をなすキズ・ピンホール欠陥の3つに大別される。図4、図5および図6はそれぞれ被検査面（塗装面）6上に凸状欠陥32、凹状欠陥34およびキズ・ピンホール欠陥35が存在する場合の照射手段14による照射状態および撮像手段16による撮像状態を示す図である。

【0021】上述の様に、照射手段14からは光射出面14aにおけるX方向に沿って輝度が徐々に変化する（本実施例では図4、5、6中においてX方向左端から右端に向けて輝度が大きくなる。なお図中線分mの長さは輝度の大きさを表わす）明暗光が被検査面6上に照射され、該被検査面6からの反射光が撮像手段16によって受光されてその反射光による被検査面6の画像（受光画像）が形成される。図中Sは照射手段14による照射領域であり、Fは撮像手段16の視野であり、撮像手段16においてはこの視野Fの受光画像が形成される。

【0022】なお、上記照射手段14は図示の様に被検査面6上に明暗光を照射すべく被検査面6に対向して配置され、撮像手段16は被検査面6から反射された光を受光して受光画像を形成すべく被検査面6に対向して配置され、かつ両者14、16は相互に一定の位置関係を保つと共に被検査面6に対しても適切な位置関係を確保した状態で該被検査面6に沿って移動せしめられ、欠陥検査が行なわれる。

【0023】図7、図8および図9はそれぞれ図4、図5および図6における受光画像を示す図である。これらの図に示す様に、受光画像36は、照射手段14の光射出面14aから射出される光の輝度が小から大に変化するX方向に対応するX、方向に沿って、輝度が小から大に徐々に変化する。なお、図7、8、9においては縦線nの密度が疎である程度輝度が大であり、縦線nの密度が密である程度輝度が小である。

【0024】上記の如き受光画像36において、被検査面6上に欠陥32、34、35が存在すると、この欠陥32、34、35によって照射手段14からの光の正反射方向が変化し、それによって受光画像36中の欠陥32、34、35に対応する領域32A、34A、35Aにおける輝度は周囲の輝度とは異なると共に輝度変化状態も周囲の輝度変化状態とは異なることとなる。

【0025】即ち、欠陥が凸状欠陥32の場合、図4に示す様に、その凸状欠陥32はいわゆる凸面鏡として作用し、欠陥32の左面32aからは照射手段14の輝度が小さい部分38からの暗光が正反射して撮像手段16に入射し、一方欠陥32の右面32bからは照射手段14の輝度の大きい部分40からの明光が正反射して撮像手段16に入射し、その結果図7に示す様に受光画像36中の凸状欠陥対応領域32Aは、受光画像36全体の輝度がX、方向に向かって大きくなっていく中で該領域32Aの左側領域（凸状欠陥32の左面32a 対応領域）は周囲よりも輝度が小さくなり、

6

領域32Aの右側領域（凸状欠陥32の右面32b 対応領域）は周囲よりも輝度が大きくなる。

【0026】また、欠陥が凹状欠陥34の場合、図5に示す様に、その凹状欠陥34はいわゆる凹面鏡として作用し、欠陥34の左面34aからは照射手段14の輝度が大きい部分40からの明光が正反射して撮像手段16に入射し、一方欠陥34の右面34bからは照射手段14の輝度の小さい部分38からの暗光が正反射して撮像手段16に入射し、その結果図8に示す様に受光画像36中の凹状欠陥対応領域34Aは、受光画像36全体の輝度がX、方向に向かって大きくなっていく中で該領域34Aの左側領域（凹状欠陥34の左面34a 対応領域）は周囲よりも輝度が大きくなり、領域34Aの右側領域（凹状欠陥34の右面34b 対応領域）は周囲よりも輝度が小さくなる。

【0027】さらに、欠陥がキズ・ピンホール欠陥35の場合、図6に示す様に、その欠陥35は鋭角的な凹状をなすものであるため、該欠陥表面から正反射して撮像手段16に入射する光は殆んどなく、その結果図9に示す様に受光画像36中のキズ・ピンホール欠陥対応領域35Aは、受光画像36全体の輝度がX、方向に向かって大きくなっていく中で周囲に対して輝度が著しく小さいものとなる。

【0028】上記の如き受光画像36は撮像手段16から画像処理手段20に入力され、該画像処理手段20は入力された受光画像データに基づいて欠陥検出を行なう。

【0029】即ち、画像処理手段20は、入力された受光画像36をX、方向に沿って主走査すると共にX、方向に直角なY、方向に沿って副走査を行なうことにより全面走査を行なう。この場合、図6、7、8に示す受光画像36において欠陥対応領域32A、34A、35Aを通らない主走査ライン（画素列）L₁における輝度（画像信号レベル）はX、方向に向けて単に直線的に増大していくこととなる。

【0030】そして、図7における凸状欠陥対応領域32Aを通る主走査ラインL₁における輝度は、図10に示す様に凸状欠陥対応領域32A部分で一旦減少した後大きく増大してまた減少することとなり、またその主走査ラインL₁における輝度の微分値（主走査ラインL₁上の隣接する画素の輝度同志の差）は図11に示す様に凸状欠陥対応領域32A部分で一旦減少した後大きく増大してまた減少し増大することとなり、さらにその主走査ラインL₁における輝度の微分強調値（輝度値と輝度微分値とを足し合せたもの）は図12に示す様に凸状欠陥対応領域32A部分で上記輝度微分値をより強調増幅した状態、つまり輝度微分値の場合よりもさらに大きく減少した後大きく増大してまた減少し増大することとなる。

【0031】また、図8における凹状欠陥対応領域34Aを通る主走査ラインL₁における輝度は、図13に示す様に凹状欠陥対応領域34A部分で一旦増大した後大きく減少してまた増大することとなり、またその主走査ライン

(5)

特開平5-209734

7

L₁における輝度の微分値は図14に示す様に凹状欠陥対応領域34A部分で一旦増大した後大きく減少してまた増大し減少することとなり、さらにその主走査ラインL₁における輝度の微分強調値は図15に示す様に凹状欠陥対応領域34A部分で上記輝度微分値をより強調増幅した状態、つまり輝度微分値の場合よりもさらに大きく増大した後大きく減少した増大し減少することとなる。

【0032】また、図9におけるキズ・ピンホール欠陥対応領域35Aを通る主走査ラインL₁における輝度は、図16に示す様にキズ・ピンホール欠陥対応領域35Aで一旦減少した後増大することとなり、またその主走査ラインL₁における輝度の微分値は図17に示す様にキズ・ピンホール欠陥対応領域35A部分で一旦減少した後大きく増大してまた減少することとなり、さらにその主走査ラインL₁における輝度の微分強調値は図18に示す様にキズ・ピンホール欠陥対応領域35A部分で上記輝度微分値をより強調増幅した状態、つまり輝度微分値の場合よりもさらに大きく減少した増大し減少することとなる。

【0033】上記の様に、被検査面6上に欠陥が存在する場合、受光画像36中におけるその欠陥を通る主走査ライン上の輝度は、基本的に上記光照射手段14から発せられる明暗光の輝度勾配に対応した勾配を有する直線的な基準ラインh上に位置すると共に欠陥対応領域部分においては輝度がその基準ラインhから大きく変化することとなり、かつその変化状態は欠陥の種類によって異なり、その結果主走査ライン上の輝度微分値および輝度微分強調値も同様に基本的には上記明暗光の輝度勾配に対応する直線的な基準ラインh上に位置すると共に欠陥対応領域部分においてはその基準ラインhから変化することとなりかつ変化状態は欠陥の種類によって異なる。

【0034】従って、主走査ライン上の輝度の微分状態即ち輝度微分値の状態もしくは輝度微分強調値の状態に基づけば、欠陥検査つまり欠陥の有無検出および欠陥種類の判別が可能となる。上記輝度の微分状態に基づく欠陥検査は、上述の様に輝度微分値も輝度微分強調値も同様の変化を示すので、いずれの値の状態に基づく場合も同様の方法で実施可能であり、またその場合微分値よりは微分強調値の方が変化がより強調増幅されているので、微分強調値に基づけばより正確な検査が可能となる。

【0035】上記実施例においては、上記主走査ライン上の微分強調値の状態における基準ラインhからの正方向の突出部iによって欠陥の有無および欠陥位置を検出し、かつその突出部iの数によって欠陥種類の判別を行なう。

【0036】欠陥の有無検出は、上記画像処理手段20により、突出部iが存在すれば欠陥有り、存在しなければ欠陥なしと判定することにより行なわれ、欠陥位置は突出部iの存在位置（座標）により検出される。また、欠

8

陥の大きさは、突出部iの幅およびその突出部iが存在する副走査方向（Y₁方向）における主走査ラインの数に基づいて行なわれる。

【0037】また、欠陥の種類判別は、上記突出部iの数等に基づいて、上記画像処理手段20中の欠陥種類判別手段48により行なわれる。欠陥の種類判別は、欠陥種類に応じた補修研磨をどの様に行なうかを決定するために必要なものであるため、補修研磨の区分に応じた欠陥種類判別が可能な態様で行なうことができれば良い。そして、補修研磨は、基本的には凸状欠陥とキズ・ピンホール欠陥との場合は中もしくは軽研磨とされ、凹状欠陥の場合は重研磨とされるので、欠陥は凸状欠陥もしくはキズ・ピンホール欠陥であるかあるいは凹状欠陥であるかを判別することができれば良く、この場合上記図11、12、14、15、17、18から明らかな様に、凸状欠陥もしくはキズ・ピンホール欠陥の場合は突出部iが1つであり、凹状欠陥の場合は突出部iが2つであるので、突出部iが1つか2つかを見ることにより上記欠陥種類の判別を行なうことができる。

【0038】また、突出部iが2つの場合、凹状欠陥であるから2つなのか凸状欠陥あるいはキズ・ピンホール欠陥が近接して2つ存在するからであるかが不明となる場合があるが、その場合は凹状欠陥における2つの突出部iは極めて近接して表われるのでそれらの2つの突出部iの近接度を調べることにより、例えば2つの突出部間の距離が所定値以下だと凹状欠陥であり、所定値より大であれば凸状欠陥もしくはキズ・ピンホール欠陥が2つであると判別することができる。

【0039】また、凸状欠陥の中には糸状物が存在することによる細長い凸状欠陥が存在し、その場合の補修研磨は重研磨とされるので、凸状欠陥の中でもその細長い凸状欠陥は区別して識別することができれば好都合である。このためには、例えば突出部iが1つとき凸状欠陥もしくはキズ・ピンホール欠陥であると判別し、かつその場合通常の凸状欠陥はその平面形状がほぼ円に近くなり、またキズ・ピンホール欠陥はその平面形状が線状となり、かつ上記糸状物の存在による細長い凸状欠陥はその平面形状が円と線との中間の形状となるので、欠陥の平面形状の円状係数を求め、その円状係数が大（ほぼ円形）、中（中間形状）、小（線形）のいずれであるかによって判別することができる。

【0040】さらに、上記細長い凸状欠陥を除く凸状欠陥およびキズ・ピンホール欠陥の場合、その欠陥が大きい（欠陥平面形状の面積が大きい）場合は中研磨、小さい場合は小研磨とすることが望ましいが、その場合は欠陥の平面形状の面積によってそのいずれであるかを判別することができる。

【0041】以下、上記欠陥種類判別の具体例について、図19に示すフローチャートを参照しながら説明する。なお、この具体例は微分強調値に基づいて種類判別

(5)

特開平5-209734

9

10

を行なうものである。

【0042】まず、S1において受光画像の微分強調値を求める。これは撮像手段16から直接的に微分強調済の画像データを出力させるようにしても良いし、撮像手段16から出力された輝度画像データを画像処理手段20で演算して微分強調値を求めるようにしても良い。

【0043】次に、S2において微分強調値から成る画像データを浮動2値化する。この浮動2値化は、各主走査ライン上の微分強調値から上記基準ラインhを源泉し、正の部分は“1”、負の部分は“0”を付することによって行なわれる。なお、本実施例では基準ラインに対して正側に突出した突出部1に着目して種類判別を行なうので、欠陥に起因する真の正側への突出部1を検出することが重要であり、欠陥以外の要因により僅かに正側に突出した部分は排除することが望ましく、そのためには微分強調値から基準ラインhに所定値を加算した値を源泉することができる。

【0044】上記の様に浮動2値化を行なったらS3に移行し、各主走査ライン上の浮動2値化データを副走査方向に並べることによって、画像上における正側への突出領域つまり“1”が付された領域を抽出し、その領域に突出領域である旨のラベリングを行ない、S4でラベリング領域の重心位置、面積および円状係数を計算し、さらにS5で隣り合うラベリング領域の近接度計算を行なう。この近接度計算は、隣り合うラベリング領域の重心位置間距離を求めることによって行なう。

【0045】次に、S6でその近接度が大きいか否かを判定し、即ち近接度が所定のしきい値（例えば0.5mm）以下の場合は近接度大、所定のしきい値より大のときは近接度小と判定し、近接度大のときは凹状欠陥であると判別してS10で重研摩を行なうべきである旨の重研摩データをその欠陥に付加する。

【0046】近接度が小のときは凸状欠陥かキズ・ピンホール欠陥であると判別し、S7で円状係数が中であるか否か、即ち円状係数が小さいしきい値と大きいしきい値との間であるか否かを判定し、円状係数が中のときは前述の糸状物に起因する凸状欠陥であると判別し、S11で重研摩データをその欠陥に付加する。

【0047】上記円状係数が大もしくは小の場合は、上記糸状物に起因する欠陥以外の凸状欠陥もしくはキズ・ピンホール欠陥であると判別し、S8で上記ラベリング領域の面積が大きいか否か、つまり面積が所定値以上か否かを判定し、所定値以上のときは大きな欠陥であると判別してS12で中研摩を行なうべきである旨の中研摩データをその欠陥に付加する。また、所定値より小のときは小さな欠陥であると判別してS9で軽研摩をすべきである旨の軽研摩データを付加する。

【0048】そして、上記S9、10、11、12、からS13に移行し、全ての欠陥についての研摩データが付加されたか否かを判定し、未だ全ての欠陥について付加されて

いない場合はS6に戻り、付加されていれば欠陥検査を終了する。

【0049】上記実施例は光照射手段14として輝度の漸変的変化が1回のみで明暗光を照射するものであったが、光照射手段14は図20に示す様に輝度の漸変的変化を複数回繰り返す様な明暗光を照射するものであっても良い。なお、図中の線分mの長さは輝度の大きさを示す。この場合においても、欠陥検査は上記実施例の場合と基本的に同様の方法で行なうことが可能である。

10 【0050】上記実施例における欠陥種類判別は微分強調値に基づいて行なっているが、これは微分値に基づいて行なうことも可能であり、その場合の手順は上記微分強調値の場合と全く同様に行なうことができる。

【0051】また、上記実施例では微分強調値における基準ラインからの正側への突出部に着目して判別を行なっているが、これは受光画像中の輝度勾配が図7、8、9に示す様にX方向に向けて左から右に輝度が大きくなる勾配でありかつ主走査ラインにおける微分が同じく左から右に向けて微分を行なっていることに基づくものであり、もし輝度勾配の向きや微分方向が異なれば、それに応じて着目すべき突出部は正側の突出部であるか真側の突出部であるかを決定する必要がある。

【0052】さらに、上記実施例における検査は、輝度が一方に向けて漸变的に変化する検査光を照射して行なうものであったが、輝度の代りに波長が一方に向けて漸变的に変化する検査光を照射して行なうものであっても良い。この場合においても上記検査は「輝度」が「波長」に代わるだけであり内容的には全く同様の方法で検査を行なうことが可能である。

30 【0053】上記の如く構成された表面状態検査装置2は、上記の如く走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態に基づいて被検査面上の欠陥の種類を判別する欠陥種類判別手段48を備えているので、該欠陥種類判別手段48により、上記走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態に含まれている欠陥の種類に固有の特徴に基づいて欠陥の種類を判別することができる。

【0054】また、上記欠陥種類の判別は、輝度もしくは波長そのものに基づいて行なうのではなく、輝度の微分状態もしくは波長の微分状態に基づいて行なうので、例えば走査ライン上の輝度もしくは波長の微分状態における基準ラインhからの突出部1の数に基づいて欠陥の種類を判別を行なうことができ、これに対して輝度もしくは波長そのものに基づいて欠陥種類の判別を行なう場合には、図10、13、15から理解される様に、欠陥対応領域32A、34A、35Aにおける輝度や波長の変化パターンが真正負であるか正負正であるかあるいは負正であるかというように変化方向の正負の配列パターン検出が要求され、従ってその様な場合に比してより簡単に欠陥種類の判別を行なうことができる。

50 【図面の簡単な説明】

(7)

特開平5-209734

11

12

【図1】本発明の実施例を示す斜視図
 【図2】図1における光照射手段を示す分解斜視図
 【図3】図2の光照射手段における輝度分布を示す図
 【図4】図1における光照射手段と撮像手段との関係の一例を示す図
 【図5】図1における光照射手段と撮像手段との関係の他の例を示す図
 【図6】図1における光照射手段と撮像手段との関係のさらに他の例を示す図
 【図7】図4における撮像手段によって形成された受光画像を示す図
 【図8】図5における撮像手段によって形成された受光画像を示す図
 【図9】図6における撮像手段によって形成された受光画像を示す図
 【図10】図7におけるラインL、上の輝度を示す図
 【図11】図7におけるラインL、上の輝度の微分値を示す図
 【図12】図7におけるラインL、上の輝度の微分強調*

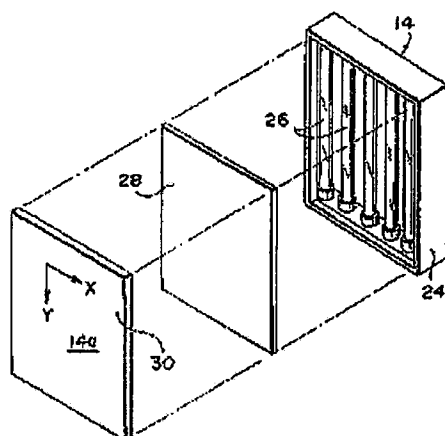
*値を示す図

【図13】図8におけるラインL、上の輝度を示す図
 【図14】図8におけるラインL、上の輝度の微分値を示す図
 【図15】図8におけるラインL、上の輝度の微分強調値を示す図
 【図16】図9におけるラインL、上の輝度を示す図
 【図17】図9におけるラインL、上の輝度の微分値を示す図
 【図18】図9におけるラインL、上の輝度の微分強調値を示す図
 【図19】欠陥種類判別の手順を示すフローチャート
 【図20】光照射手段の他の例を示す図

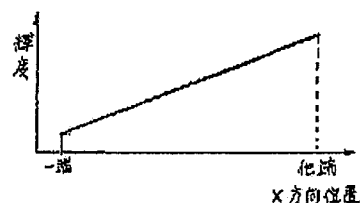
【符号の説明】

6 被検査面
 14 光照射手段
 16 撮像手段
 20 画像処理手段
 48 欠陥種類判別手段

【図2】



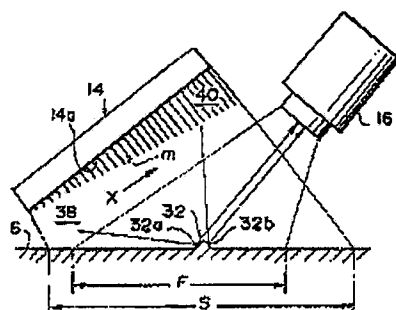
【図3】



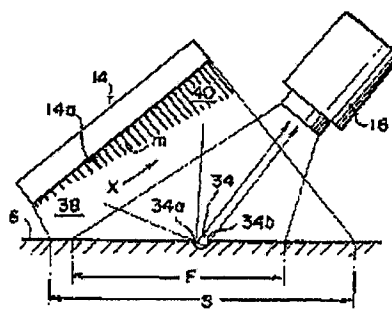
【図20】



【図4】



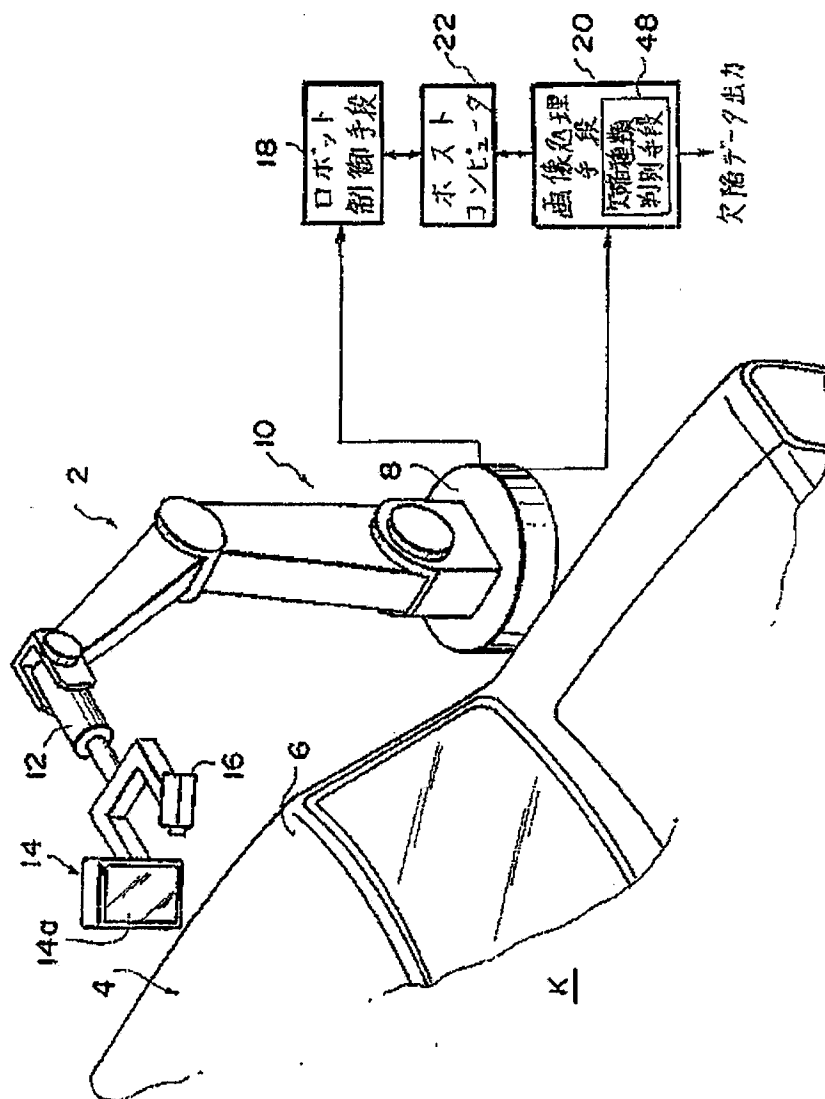
【図5】



(8)

特開平5-209734

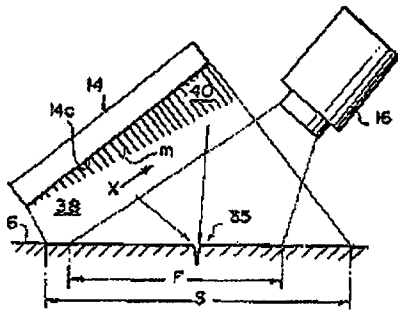
【図1】



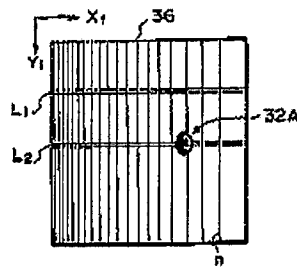
(9)

特開平5-209734

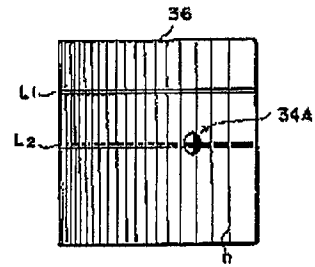
【図6】



【図7】

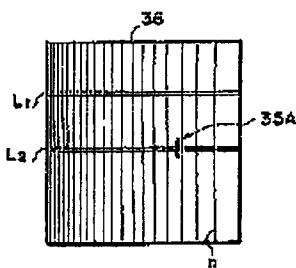


【図8】

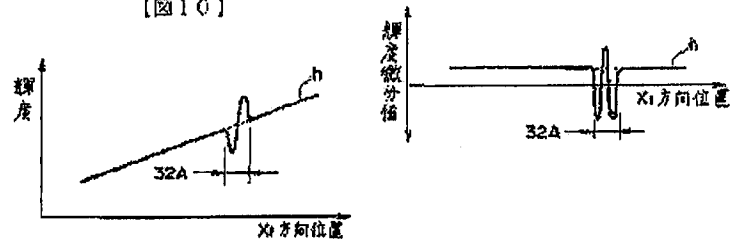


【図11】

【図9】

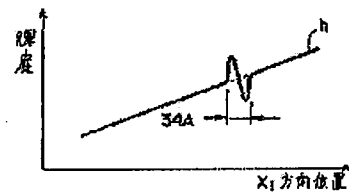
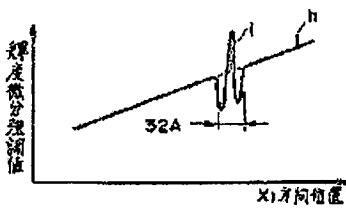


【図10】



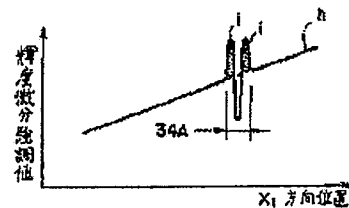
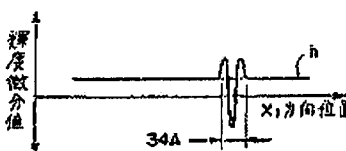
【図13】

【図12】

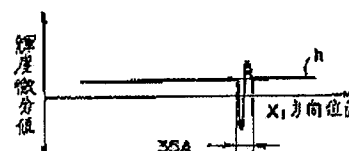


【図15】

【図14】



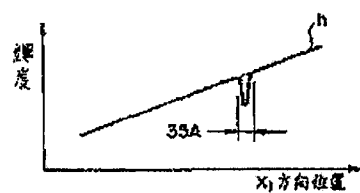
【図17】



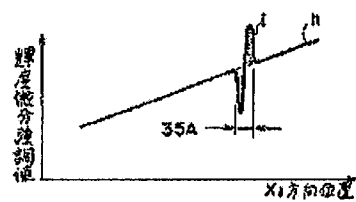
(10)

特開平5-209734

【図16】



【図18】



(11)

特開平5-209734

【図19】

